

大庆市生态足迹计量分析^①

王景伟, 王海洋

(黑龙江八一农垦大学 黑龙江大庆 163319)

摘要 生态足迹计量分析是一种度量可持续发展程度的方法,通过测定当前生物生产性土地面积的量来评估人类对地球生态系统的影响。本文基于石油城市大庆的现状,对生态足迹进行了定量计算,从而分析出大庆市生态足迹的情况。结果表明,2004年大庆市的人均生态赤字为 1.0424 hm^2 ,表明大庆市的发展模式处于一种不可持续的状态,这与大庆市多年来经济迅速发展,而这种高速发展是以消耗大量的自然资源和能量来维持这一现状相吻合的。

关键词 生态足迹;生态赤字;大庆市

中图分类号: Q141

文献标识码: A

1 生态足迹分析方法的理论模型

生态足迹分析法是由加拿大生态经济学家 William 和博士生 Wackernagel 于 1996 年首次提出的一种度量可持续发展程度的方法^[1]。这种方法从一个全新的角度考虑人类及其发展与生态环境的关系。由于其科学、完善的理论基础和精简统一的指标体系,使该方法一经提出,就得到国内外学者的广泛应用。William 和 Wackernagel 曾对 52 个国家和地区的生态足迹进行了研究^[2]。我国于 1999 年引入了生态足迹分析理论,并很快作为一种新的理论方法被应用于分析研究一些省市和地区的可持续发展态势^[3-6]。

1.1 生态足迹分析的核心内容

生态足迹是指在一定技术条件下,要维持某一消费水平下人口持续生存所必须的生态生产性土地面积。它的研究是基于下面的一个假设和两个事实^[7]。一个假设:各类土地在空间上是互斥的。譬如,一块地当它被用来修建公路时,它就不可能同时是森林、可耕地、牧草地等。这条“空间互斥性”使得我们能够对各类生态生产性土地进行累加,从宏观上认识自然系统的总供给能力和人类系统对自然系统的总需求。两个事实:一是人类可以确定自身消费的多数资源及其所产生废弃物的数量;二是这些资源和废弃物可转换成包括耕地、化石能源地、建筑用地、林地、牧草地及水域的生态生产性土地面积。因此,生态足迹是生产这些人口消费全部资源和吸纳产生的废弃物所需要的生态生产性土地面积总和,是用来衡量人地关系、生态负荷及对环境影响程度的生态指标。

① 收稿日期: 2005-03-22

万方数据

第一作者简介: 王景伟(1973~),男,理学硕士,讲师,从事生态学方面的教学与科研。

生态足迹的计算模型为: $EF = Nef = N \sum_{i=1}^n (\gamma a a_i) = N \sum_{i=1}^n (C_i / P_i)$ ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

其中 i 为消费商品和投入的类型; P_i 为 i 种消费商品的平均生产能力; C_i 为 i 种消费商品的人均消费量; $a a_i$ 为人均 i 种交易商品折算的生态生产性土地面积; N 为总人口数; ef 为人均生态足迹; EF 为总生态足迹。

1.2 生态足迹的计量分析方法

生态足迹计量分析的重点是生态足迹计算,一般都遵循以下 5 个步骤和方法:

1.2.1 计算各主要消费项目的人均年消费量值

①划分消费项目。Wackernagel 在 1997 年计算 52 个国家和地区的生态足迹时,将其消费分为消费性食物和能源等大类,在以后对智利首都圣地亚哥的研究中又将消费分为更细的消费项目。②计算区域第 i 项年消费总量,计算公式为:消费 = 产出 + 进口 - 出口。③计算第 i 项的人均年消费量值(kg)。

1.2.2 计算为了生产各种消费项目人均占用的生态生产性土地面积即生态足迹组分

利用生产力数据,将各项资源或产品的消费折算为实际生态生产性土地的面积,即实际生态足迹的各项组分。设生产第 i 项消费项目人均占用的实际生态生产性土地面积为 A_i ($\text{hm}^2/\text{人}$),其计算公式为: $A_i = C_i / P_i$ 。其中 C_i 为第 i 项消费项目的人均年消费量值(kg/人), P_i 为相应的生态生产性土地生产第 i 项消费项目的年平均生产力(kg/hm^2)。

1.2.3 计算生态足迹

①汇总生产各种消费项目人均占用的各类生态生产性土地,即生态足迹组分。②计算均衡因子(γ)。③计算人均占用各类生态生产性土地等价量。④求各类人均生态足迹的总和(ef): $ef = \sum \gamma A_i$ 。⑤计算地区总人口(N)的总生态足迹(EF): $EF = N \times (ef)$ 。

1.2.4 计算生态容量

①计算现有条件下各类生态生产性土地面积。②计算生产力系数。③计算各类人均生态容量。其计算公式为:某类人均生态容量 = 各类生态生产性土地的面积 \times 均衡因子 \times 生产力系数。④总计各类人均生态容量,求得总的人均生态容量。

1.2.5 计算生态盈余(或赤字):

生态盈余(或赤字) = 生态容量 - 生态足迹。如果区域的生态足迹超过了区域所能提供的生态承载力,就出现生态赤字,如果小于区域的生态承载力,则表现为生态盈余。

2 大庆市生态足迹的计算结果与分析

2.1 数据来源

本研究所涉及的数据资料的获取主要基于以下几方面:①直接来源于《大庆市 2005 年统计年鉴》^[8];②大庆市政府 2005 年度工作报告;③来源于各相关单位调查数据及专家经验数据;④来源于大庆市各县区的实地调查。

2.2 生态足迹研究账户组成

在对大庆市进行生态足迹研究中,根据模型要求设计了 2 个参数账户:①生物资源消费账户,主要是当年人口消费的各种农林牧产品、水产品等,各大类下有一些细分类,将这类生物产品消费转化为维持当年人口消费需要的耕地、牧草地、林地以及水域面积。生产面积折

算的具体方法采用联合国粮农组织 1993 年计算的有关生物资源的世界平均产量资料。对各种生态生产性土地面积乘以相应的均衡因子系数(化石能源地 1.14、建筑用地 2.82、耕地 2.82、牧草地 0.54、林地 1.10 及水域 0.20)得到相应的生态足迹。②能源消费账户,主要包括维持当年人口消费需要的煤炭、燃油、原油、汽油、热力和电力等,计算生态足迹时将能源消费转化为化石能源面积和建筑用地面积,对各种生态生产性土地面积乘以相应的均衡因子和产量因子系数(建筑用地 1.66、耕地 1.19、牧草地 0.74、林地 0.11 及水域 1.00)^{9]}可转化为生态承载力。

2.3 大庆市生态足迹的计算

通过上述数据的获取和针对性的处理,依据生态足迹模型进行计算,从而得到 2004 年大庆市的不同消费品的人均生态足迹(表 1)。对于能源部分账户,将当地能源消费所消耗的热量折算成一定化石燃料土地面积(表 2)。

表 1 大庆市生态足迹计算中的生物资源账户

Table 1 The biotic resources in the calculation of Daqing ecological footprints

消费项目	全球平均产量 (kg/hm ²)	大庆市生物量 (10 ³ kg)	总的足迹 (hm ²)	人均足迹 (hm ² /人)	生产面积类型
稻谷	2744	269431	98189.14	0.038563	耕地
小麦	2744	7422	2704.81	0.001062	耕地
玉米	2744	1121098	408563.411	0.160460	耕地
其它	2744	67841	24723.397	0.00971	耕地
豆类	1856	120986	65186.422	0.025601	耕地
油料	1856	43690	23539.871	0.009245	耕地
蔬菜	18000	998174	55454.11	0.021779	耕地
瓜类	18000	321294	17849.667	0.00701	耕地
水果产量	18000	87450	4858.333	0.001908	耕地
水产品产量	29	12865	443620.69	0.174229	水域
木材	1.99	679400	341407.035	0.134085	林地

表 2 大庆市生态足迹计算中的能源部分账户

Table 2 The energy in the calculation of Daqing ecological footprints

项目	全球平均能源 足迹(GJ/hm ²)	折算系数 (Gt/10 ³ kg)	消费量 (10 ³ kg)	人均消费量 (Gt/人)	人均足迹 (hm ² /人)	生产面积类型
煤炭	55	20.934	1523450	12.52708847	0.227765245	化石燃料用地
焦炭	55	28.47	321360	3.59324452	0.065331719	化石燃料用地
汽油	93	43.124	152000	2.57436494	0.027681343	化石燃料用地
柴油	93	42.705	164500	2.75900263	0.029666695	化石燃料用地
天然气	93	38.931	208500	3.18793241	0.034278843	化石燃料用地
液化石油	71	50.200	93700	1.84735685	0.02601911	化石燃料用地
热力	1000	29.344	471680	5.43593509	0.005435935	建筑用地
电力	1000	3.708	2887000	4.20430288	0.004204303	建筑用地

在上述生态足迹计算的基础上,结合 2004 年大庆市的生物生产性土地面积,汇总得到大庆市 2004 年生态足迹的计算结果(表 3)。在表 3 中,计算可供利用的生物生产性土地面积时扣除了 12% 的生物多样性保护面积^[10](这与联合国环境和发展委员会在《我们共同的未来》中的建议是一致的)。

万方数据

表 3 大庆市 2004 年生态足迹计算结果汇总表

Table 3 The total calculation of Daqing ecological footprints in 2004

类型	人均生态足迹需要			类型	人均生态足迹供给			均衡面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)
	需求面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)	均衡 因子	生态 足迹		供给面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)	均衡 因子	产量 因子	
耕地	0.3738	2.8	1.0466	耕地	0.2964	2.8	1.19	0.6544
草地	0.386756	0.5	0.1934	草地	0.3706	0.5	0.74	0.1001
水域	0.174229	0.2	0.0348	水域	0.2056	0.2	1.00	0.0411
林地	0.134085	1.1	0.1475	林地	0.0601	1.1	0.11	0.0073
化石燃料用地	0.410743	1.1	0.4518	建筑用地	0.0372	2.8	1.66	0.1729
				总面积				0.9758
建筑用地	0.00964	2.8	0.027	生物多样性保护面积(12%)				0.1171
总计			1.9011	总的可利用生态空间面积				0.8587

2.4 结果分析

2.4.1 生态足迹的供需平衡状况分析

从以上计算可以得出 :大庆市 2004 年人均生态足迹需求为 1.9011 hm^2 ,而实际上可提供的总的可利用生态空间面积为 0.8587 hm^2 ,人均生态赤字为 1.0424 hm^2 ,生态赤字较为严重。这说明人类对自然的影响超出了其生态承载能力的阈值 ,生态供给与需求之比为 $1:2.21$,供需矛盾十分尖锐 ,说明大庆市的发展基本是通过消耗自然资本存量来弥补生态承载力的不足 ,系统结构和功能亟需调整。从生态学的观点看 ,把人作为一个组分纳入区域生态经济系统 ,是实现人与自然的协调、持续发展的系统结构和功能调整的主要方向。而合理的土地利用规划、布局以及产业结构的优化调整则是系统结构和功能调整的主要内容。

2.4.2 生态足迹的供需结构分析

各土地类型的生态赤字由大到小的顺序依次为化石燃料用地、耕地、林地、草地。其中化石燃料用地赤字最大 ,这是由于目前还少有专用来排放能源消费中产生的废弃物的场所 ,同时 ,由于在计算中没有计入家庭、工业垃圾以及采油过程中释放的有毒物质产生的化石燃料面积 ,因此计算结果还是偏小的。耕地缺口也较大 ,说明人地关系相当紧张 ,这与大庆地区土壤瘠薄、盐碱化严重、适种地较少有关。采用高新技术、提高自然资源单位面积的生物产量 ,高效利用现有资源存量 ,改变人们的生产和生活消费方式、建立资源节约型的社会生产和消费体系成为人们必须的选择。当前 ,大庆市粗放性生产经营较为普遍 ,生物资源利用效率比较低 ,以技术为本 ,在合理、永续利用现存资源的基础上 ,注重高效 ,应当成为今后大庆市生物资源利用的主导方向。

2.4.3 生态足迹赤字

大庆市生态足迹赤字的存在主要是因为对自然资源的过度利用 ,那么是否可以在不降低人们生活水平的前提下 ,减少对生态足迹的需求呢 ? 结论是肯定的。Wackernagel 等曾提出 3 种措施 :①采用高新技术 ,提高单位面积自然系统的生产率 ;②高效利用现有资源存量 ;③减少人口以减少消费和人均消费(如小汽车、非必需品等) ,改变人们的生产和生活消费方式 ,建立资源节约型的社会生产和消费体系。

3 结论

生态足迹分析是一种计算人类的生态消费、衡量生态可持续性的测量工具 ,同已有的度

量手段相比,具有简单、快速和综合的特点。本文应用该法测量大庆市的可持续性,结果表明2004年大庆市的人均生态足迹为 1.9011 hm^2 ,而实际生态承载力为 0.8587 hm^2 ,人均生态赤字为 1.0424 hm^2 。大庆市是一个著名的石油城市,多年来经济发展迅速,但这却是以消耗大量的自然资源与能源来维持的,这表明大庆市的发展模式处于一种不可持续的状态。因此,大庆市应及早采取措施转变类型,实现经济的可持续发展。

参考文献

- [1] William E R. Revisiting Carrying Capacity :Area - Based Indicators of Sustainability [A]. In :Wackernagel M , ed. Ecological Footprints of Nations [EB/OL] <http://www.ecouncil.ac.cr/Rio/focus/report/English/footprint/> ,1996.
- [2] Constanza R ,Darge R ,Rudolf DE G. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature ,1997 , 387 :253 - 260.
- [3] 徐中民,张志强,程国栋. 甘肃省1998年生态足迹计算与分析[J]. 地理学报,2000 ,55(5) :607 - 616.
- [4] 徐中民,程国栋,张志强. 生态足迹方法 :可持续性定量研究的新方法—以张掖地区1995年的生态足迹计算为例[J]. 生态学报,2001 ,21(9) :1484 - 1493.
- [5] 陈东景,徐中民. 生态足迹理论在我国干旱区的应用与探讨—以新疆为例[J]. 干旱区地理,2001 ,24(4) :305 - 309.
- [6] 张志强,徐中民,程国栋,等. 中国西部12省(区市)的生态足迹[J]. 地理学报,2001 ,56(5) :599 - 610.
- [7] Wackernagel M ,Rees We. Our ecological footprint :reducing human impact on the earth[M]. Gabriela Island :New Society Publishers ,1996.
- [8] 大庆市统计局. 大庆市2005年统计年鉴[M]. 北京 :中国统计出版社,2005.
- [9] Wackernagel M ,Yount J D. The ecological footprint :an indicator of progress toward regional sustainability [J]. Environmental Monitoring and Assessment ,1998 ,51 :511 - 529.
- [10] Wackernagel M ,Yount J D. Footprint for sustainability :the next step[J]. Environment ,Development and Sustainability , 2002 ,2 :21 - 42.

Analysis on ecological footprints of Daqing city

WANG Jing-wei ,WANG Hai-ze

(*HLJ August First Land Reclamation University ,Daqing 163319 China*)

Abstract

The ecological footprint method is an assessment method for measuring the ecological imperative of sustainability. This method evaluates human activity effect on the global ecosystem by quantifying the biologically productive areas necessary to maintain human survival. Based on the current situation of Daqing , we use the method to calculate the ecological footprints. According to the calculation , the ecological deficit of Daqing is 1.0424 hm^2 per capita in 2004. It shows that Daqing is in an unsustainable status , which is in accordance with the high speed development of economy and consume of natural resource and energy.

Key words 生态足迹 ; 生态赤字 ; 大庆